

## 明細書

## 発光素子及びその作製方法

## 技術分野

- 5       本発明は一对の電極間に有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）を設けた素子に電界を加えることで、蛍光又は燐光が得られる発光素子の作製方法に関する。

## 背景技術

- 10       発光素子は、電界を加えることにより発光する素子である。その発光機構は、電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して励起状態の分子（以下、「分子励起子」と記す）を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光すると言われている。
- 15       なお、有機化合物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

- このような発光素子において、通常、有機化合物層は $1\mu\text{m}$ を下回るほどの薄膜で形成される。また、発光素子は、有機化合物層そのものが光を放出する自発
- 20       光型の素子であるため、従来の液晶ディスプレイに用いられているようなバックライトも必要ない。したがって、発光素子は極めて薄型軽量に作製できることが大きな利点である。

また、例えば 100～200nm 程度の有機化合物層において、キャリアを注入してから再結合に至るまでの時間は、有機化合物層のキャリア移動度を考えると数十ナノ秒程度であり、キャリアの再結合から発光までの過程を含めてもマイクロ秒オーダー以内の時間で発光に至る。したがって、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。

さらに、発光素子はキャリア注入型の発光素子であるため、直流電圧での駆動が可能であり、ノイズが生じにくい。駆動電圧に関しては、まず有機化合物層の厚みを 100nm 程度の均一な超薄膜とし、また、有機化合物層に対するキャリア注入障壁を小さくするような電極材料を選択し、さらにはシングルヘテロ構造(二層構造)を導入することによって、5.5V で  $100\text{cd/m}^2$  の十分な輝度が達成された(非特許文献 1 参照。)

こういった薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性から、発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野角が広いことから、視認性も比較的良好であり、携帯機器の表示画面に用いる素子として有効と考えられている。

ところで、このような発光素子の大きな問題点として、素子の信頼性が挙げられる。信頼性の中でも特に、輝度の経時劣化が顕著であり、大きな改善が必要とされる。

輝度の経時劣化は基本的に、用いる材料由来の現象であると考えられるが、素子構造や駆動方法によって輝度の半減期を延ばすことも可能である。例えば、正孔注入層として銅フタロシアニン(以下、「CuPc」と記す)を挿入し、さらに駆動を直流ではなく矩形波の交流(順バイアスでは一定電流、逆バイアスでは一定

電圧) とすることによって、輝度の半減期を大きく改善した例がある（非特許文献 2 参照。）。

文献 2 では、初期輝度  $510\text{cd/m}^2$  で輝度半減期を 4000 時間にまで延ばすことに成功している。その要因として、交流駆動による空間電化の蓄積の排除や、正孔輸送層である  $N,N'$ -di(naphthalene-1-yl)- $N,N'$ -diphenyl-benzidine（以下、  
5 「NPB」と記す）の耐熱性の良さ、そして、正孔注入層である CuPc が優れた正孔注入性を有している点を挙げている。

また、陽極に用いられるインジウムスズ酸化物（以下、「ITO」と記す）は表面処理を行うと、水との接触角がほぼ  $0^\circ$  となる。NPB の水との接触角は  $70^\circ \sim 80^\circ$   
10 程度であり、ITO と NPB では表面エネルギーの差が非常に大きいことがわかる。このために ITO 上に直接 NPB を成膜しまうと、NPB が結晶化しやすく、素子としては早くに劣化してしまう。正孔注入層として CuPc を ITO と NPB 界面に挿入し、NPB の結晶化を抑えたことも信頼性を伸ばした要因である。

前記の様に、正孔注入層に CuPc を用いることで発光素子の信頼性を向上しているが、信頼性はまだ十分なものとはいえない。その理由の一つとして、CuPc の  
15 成膜性が悪く、均質な薄膜を作成しにくいことが挙げられる。

（非特許文献 1）

C. W. Tang et al., Applied Physics Letters, Vol. 51, No.12, 913-915 (1987)

（非特許文献 2）

20 S. A. Van Slyke et al., Applied Physics Letters, Vol.69, No.15, 2160-2162  
(1996)

## 発明の開示

(発明が解決しようとしている課題)

そこで、本発明では正孔注入層に CuPc を初めとするフタロシアニンを用いた発光素子において輝度の経時劣化を抑え、素子寿命を長くすることを課題とする。

- 5        また、本発明が開示する発光素子を用いて耐久性に優れた発光装置を提供することを課題とする。さらに、そのような発光装置を用いることで、耐久性に優れた電子機器を提供することを課題とする。

(課題を解決するための手段)

- 10        本発明は、陽極と、陰極と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた発光層と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた正孔注入層とを有する発光素子の作製方法において、前記正孔注入層は CuPc 等のフタロシアニンにより形成し、かつ、正孔注入層成膜後にガス雰囲気曝すことを特徴とするものである。

- フタロシアニンを用いた正孔注入層を成膜後に特定のガス雰囲気曝しておくことで、従来の真空一貫の成膜方式で作製した素子よりも高い信頼性を得ることができ、本発明者はガス雰囲気中に曝すことでフタロシアニンの膜質が向上し、信頼性が高くなったのではないかと考える。
- 15

- また、本発明は、前記正孔注入層にフタロシアニンを酸化しうる性質を有する電子受容性化合物をドーパントして含んでいることを特徴とする発光素子である。
- 20        電子受容性化合物をドーパントした正孔注入層を用いることで、素子の駆動

電圧の低下が可能となる。

また、本発明において、前記ガスは、酸素等の電子受容性ガスを用いることが好ましい。正孔注入層を電子受容性ガス雰囲気にさらすことで、素子の駆動電圧の低下が可能となる。

- 5       また、本発明は、少なくとも陽極と、陰極と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた発光層と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた正孔注入層と、を有する発光素子において、前記正孔注入層はフタロシアニンにより形成されており、かつ、正孔注入層成膜後にガス雰囲気に曝す工程を経て作製された発光素子を用いた発光装置である。さらに前記発光装置を用いたことを特徴とする電子  
10   機器である。

#### (発明の効果)

- 本発明を実施することにより、輝度の劣化を緩和できる発光素子を作製することができる。また、このような改善された発光素子を用いることにより、輝度  
15   の劣化が小さい発光装置を提供できる。さらに、前記発光装置を用いて電子機器を作製することにより、従来よりも長保ちする電子機器を提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明の発光素子を作製する際に使用する製造装置を示す図である。
- 20   図 2 は、発光素子の構造を示す図である。
- 図 3 は、実施例 2 および比較例 1 の結果を示す図である。
- 図 4 は、実施例 3 および比較例 2 の結果を示す図である。

図 5 は、発光装置の構造を示す図である。

図 6 は、発光装置の構造を示す図である。

図 7 は、電子機器の具体例を示す図である。

図 8 は、電子機器の具体例を示す図である。

5

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、  
発光素子は、発光を取り出すために少なくとも第 1 電極または第 2 電極の一方が  
透明であればよいが、基板上に透明な第 1 電極（陽極）を形成し、第 1 電極（陽  
10 極）から光を取り出す素子構造が一般的である。実際は、第 1 電極を逆に陰極と  
して陰極から光を取り出す構造や、基板とは逆側から光を取り出す構造も適用可  
能である。

本発明に適用できる発光素子であるが、第 1 電極と第 2 電極との間に少なく  
とも発光層とフタロシアニンを用いた正孔注入層があれば、どのようなものを用  
15 いてもよい。発光色もどのようなものでもよく、フルカラーの表示装置を作製す  
る場合などは、光の三原色（青、赤、緑）を組み合わせる方法や、白色の発光素  
子にカラーフィルターを組み合わせる方法や、青色の発光素子に色変換層を組み  
合わせる方法などが知られている。

また、正孔注入層はフタロシアニンをホストとし、フタロシアニンを酸化し  
20 うる性質を有する電子受容性化合物（例えば、TCNQ-F4 や  $V_2O_5$  など）をドーパン  
トした膜でも良い。電子受容性化合物をドーパントした正孔注入層を用いた発光  
素子は駆動電圧が低いために、より低い電圧で発光を取り出すことができ、有用

である。また、駆動電圧が低いということは、素子に加わるストレスも低減できるため、本発明との組み合わせにより、さらに寿命改善の効果が期待できる。

電子受容性化学物をドーパントした正孔注入層はホール移動度が高くなり、発光素子の厚膜化が可能になる。厚膜化することで、短絡が起きにくくなり、素子作成時の歩留りが良くなることが期待される。しかしながら、CuPc は厚膜になると結晶化しやすい性質をもつ。上記の様に、ガス雰囲気曝すことによる信頼性の向上が、膜質が良くなることに起因しているなら、CuPc を厚膜化しても酸素雰囲気曝すことで結晶化が抑えられるのではないかと考える。

次に、正孔注入層を成膜した後に基板を曝すガスであるが、酸素等の電子受容性のガスが好ましい。理由は上記のドーパントと同様に駆動電圧の低下が期待できるからである。

本発明の発光素子を用いて発光装置を作製すればよい。発光装置としては、単純な面状発光を利用した照明や、マトリクス状に画素を配置した表示装置など、応用は多様である。

15

(実施例)

[実施例 1]

本実施例では、本発明が開示する発光素子の作成工程及び、その際に使用するマルチチャンバー方式の製造装置について記述する。この製造装置は、基板を投入して成膜等の処理を連続的行った後、基板とは別に投入した対向と一体化させることによって封止処理を行うことができる。

20

図 1 に示す発光素子製造装置は、搬送室 101 (基板や対向、メタルマスクを

搬送するための搬送ロボット 110 が付属されている)、及び該搬送室にゲート弁を通じて連結された基板・マスクストック室 102 と、前処理室 103 と、有機蒸着室 1 104 と、有機蒸着室 2 105 と、金属蒸着室 106 と、CVD 室 107 と、封止ガラスストック室 108 と、封止室 109 とを有する。

- 5       最初に、基板と蒸着用メタルマスクの投入を基板・マスクストック室 102 にて行う。基板・マスクストック室はエレベーター構造（本実施例では 11 段とする）になっており、エレベーター構造の各段は基板（本実施例では  $126.6\text{mm} \times 126.6\text{mm}$  とする）或いはマスク兼用になっている。基板、マスク合わせて最大計 10 枚収納可能である。残る 1 段は基板を加熱するための基板加熱段となっているため、投  
10   入時には空段としておく。尚、本製造装置では基板の向きは常にフェイスダウンである。

- 次に、対向の投入を封止ガラスストック室 108 にて行う。封止ガラスストック室はエレベーター構造（本実施例では 10 段とする）になっており、各段に前処理（代表的には、パネル内外の水分を吸収するための乾燥剤貼り付け、及び基板  
15   と貼り合わせるためのシール剤塗布を指す）を終えた対向基板（本実施例では  $126.6\text{mm} \times 126.6\text{mm}$  とする）を最大 10 枚収納する。尚、本製造装置では対向の向きは常にフェイスアップである。

- 本製造装置では、投入した全基板に対して成膜処理を先に終らせてしまう。これを「蒸着モード」と呼ぶ。この蒸着モードが終了した後、対向基板との貼り  
20   合わせを行う「封止モード」に入る。

以下、基板を 7 枚、マスクを 3 枚使用する場合を例に取り、蒸着モードについて説明する。



まず、搬送室 101 と、前処理室 103 と、有機蒸着室 1 104 と、有機蒸着室 2 105 と、金属蒸着室 106 と、CVD 室 107 は予め  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Pa まで高真空に排気されているものとする。蒸着モード中、搬送室は常に高真空に保持される。また、有機蒸着室 1 と、有機蒸着室 2 にセットしてある蒸着材料は、各材料に対し各々の蒸発開始温度より 30℃低い温度で前加熱をしてあるものとする。好ましくはこの前加熱時間は 12 時間以上であり、蒸着材料に付着している水分を取り去ることを目的としている。次に、基板・マスクストック室 102 を排気後、マスクを有機蒸着室 1、有機蒸着室 2、金属蒸着室へ搬送する。本製造装置ではマスクを使用する成膜室はこの 3 つである。以上の準備が完了したら、基板を前処理室に搬送する。前処理室ではランプヒータによる真空中基板加熱、及びガスシステムを使用してのプラズマ処理（例えば O<sub>2</sub> プラズマ処理）が可能であるが、いずれの処理も基板全面に対して行われる。

尚、基板加熱に関しては、基板・マスクストック室 102 の基板加熱段でも行うことが可能なため、スループット向上を図るにはここで行ってもよい。本実施例では、排気後の基板・マスクストック室において、ランプヒータによる真空中基板加熱を行うことにする。即ち、基板を基板・マスクストック室から搬送室 101 経由で基板・マスクストック室の基板加熱段に搬送し、基板実温度 150℃で 30 分間ヒーター加熱を行い、加熱終了後、基板加熱段をランプヒータから遠ざけることで基板冷却を 30 分間行う。尚、加熱終了後、基板を搬送室経由で前処理室 103 に搬送し、冷却（即ち、前処理室で待機）を行うことによって、基板冷却中も次の基板を基板・マスクストック室で真空加熱することが可能となり、スループット向上に役立つ。

次に、基板を前処理室 103 から搬送室 101 経由で有機蒸着室 2 105 へ搬送し、マスクと CCD カメラを 2 台使用したアライメント処理終了後、正孔注入層 CuPc を 0.1nm/sec のレートで 20nm 形成する。有機蒸着室 2 では、固定された蒸着源（本実施例では 6 箇所とする）から材料を蒸発させ、上方の基板上に成膜する。蒸着中基板は回転しており、これによって基板上に形成される膜厚の面内分布が向上する。また、複数の蒸着源から同時に複数の材料を蒸発させる共蒸着法によって、ホストとなる物質にゲストとなる物質をドーピングした層を形成することも可能である。

次に、基板を搬送室 101 経由で CVD 室 107 へ搬送する。基板が CVD 室に搬送されるまでは CVD 室は  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Pa まで高真空に排気されている。搬送後に CVD 室に高純度の酸素ガスを 500sccm で供給する。酸素ガスを供給する間もターボブースターポンプで CVD 室を排気しているために CVD 室内の圧力は一定である。基板を微圧酸素雰囲気中に 5 分間曝しておいた後、酸素ガスの供給を止め、CVD 室を高真空に排気する。

尚、CVD 室 107 においては、基板全面に CVD 膜を形成することが可能である。また、ガスを複数種使用してのプラズマ処理も可能である。これを利用して、例えば保護膜としての窒化珪素膜を陰極 Al 上に形成したり、基板に対する前処理として、複数種ガスを使用したプラズマ処理（例えば  $\text{Ar} + \text{O}_2$  プラズマ処理）を行ってもよい。

次に、基板を搬送室 101 経由で再び有機蒸着室 2 105 へ搬送する。アライメント処理終了後、正孔輸送層 NPB を 0.2nm/sec で 60nm 形成する。

次に、基板を搬送室 101 経由で有機蒸着室 1 104 へ搬送する。蒸着源の数が

8 箇所であること除いて、その他の機構及び成膜処理方法は有機蒸着室 2 105 と全く同様である。ここでは、発光層及び電子輸送層を兼ねるトリス(8-キノリノール)アルミニウム錯体（以下、「Alq3」と記す）を 0.1nm/sec で 75nm 成膜する。特に、成膜中前半に形成される発光層においては、その膜厚は 37.5nm であり、ジメチルキナクリドン（以下、「DMQA」と記す）が共蒸着法によって 0.3wt%程、微量にドーピングされる。このドーピングにより、完成後のパネルにおけるパネル寿命が大幅に向上する。また、発光層から電子輸送層への切り替えは、単に DMQA 蒸着源に付属する蒸着源シャッターを閉じるだけでスムーズに行われる。

次に、基板を搬送室 101 経由で金属蒸着室 106 へ搬送する。ここでは、陰極として CaF<sub>2</sub> を 0.1nm/sec で 1nm、及び Al を 1nm/sec で 200nm 成膜する。金属蒸着室では、抵抗加熱（RE）法（RE 蒸着源は 6 点式×2 の計 12 点存在する）及び EB 法（EB 蒸着源は 6 点式×1 の計 6 点存在する）での成膜が可能だが、基板上的 TFT へのダメージを考慮すると、抵抗加熱法の使用が望ましい。蒸着源以外の機構及び成膜処理方法は有機蒸着室 1 104 及び有機蒸着室 2 105 と全く同様である。

15 以上のように必要な処理を終えた基板は、搬送室 101 経由で再び出発点の基板・マスクストック室 102 に戻す。尚、上記は緑色発光の単色パネルを得るために必要な一連の処理を示したが、特に限定されない。

投入した全ての基板に対して同様の処理が完了し、マスクを各蒸着室から基板・マスクストック室 102 へ回収したら、蒸着モードは終了し、本製造装置は引き続き封止モードに入る。

尚、以上では、使用するマスク 3 枚を予め蒸着室に配置し、蒸着処理中はマスクを交換しない「マスク交換無しモード」の場合についてのみ記載したが、素

子構造によっては、蒸着室 1 室につき複数のマスクを使用したい、という要求も当然出てくる。そのような場合でも本製造装置は対応可能であり、基板・マスクストック室に予め必要なマスクを 3 枚以上セットしておき、蒸着室での処理の合間にマスク交換を行えばよい（仕様上ではこのモードを「マスク交換有りモード」と呼んで区別している）。但し、使用マスクを増やせば、同時に流せる基板の枚数は当然減少する。

以下、封止モードについて説明する。

まず搬送室 101、基板・マスクストック室 102、封止ガラスストック室 108 をベントする必要がある。搬送室及び基板・マスクストック室に関しては、蒸着モード終了後すぐにベント処理を行えばよい。また、封止ガラスストック室に関しては、前処理を終えた対向基板のセットをなるべく封止直前に行うことによって、シール剤や乾燥剤の劣化を抑えることが出来る。セット後、封止ガラスストック室の排気・ベント処理を複数回（本実施例では 2 回とする）行うことによって、封止モード時における搬送室の水分濃度の低下が防止出来るのみならず、対向に塗布したシール剤の脱泡も行える。封止ガラスストック室の最後のベント処理が終了後、すぐに封止処理に入れるのが理想的である。これは、搬送室及び基板・マスクストック室のベント処理、封止ガラスストック室への対向基板投入、さらに封止ガラスストック室のベント処理、の各処理のタイミングを作業者がうまく設定することによって可能となる。

次に、基板を基板・マスクストック室 102 から、対向基板を封止ガラスストック室 108 から、それぞれ搬送室 101 経由でそれぞれ封止室 109 に搬送する。封止室において、基板の端部同士を合わせて基板・対向基板のメカアライメント処

理終了後、基板・対向基板を貼り合せ、加圧することによって封止を行う。さら  
に対向基板側（下側）から UV 照射を行い、シール剤（本実施例では UV 硬化樹脂  
とする）を硬化させる。この際、遮光マスクを使用し、シール剤の部分だけ選択  
的に UV 照射を施すことが可能である。尚、本実施例では遮光マスクは石英ガラス  
5 上に Cr 膜が成膜されたものであり、搬送室の搬送ロボットでは搬送不可能である  
ため、封止室に直接作業者がセッティングを行うものとする。

以上の封止処理によって、基板と対向基板は一体のパネルとなる。このパネ  
ルを封止室 109 から搬送室 101 経由で基板・マスクストック室 102 に搬送する。  
以下、次の基板及び対向基板に関しても同様の処理を行う。最終的に 7 枚のパネ  
10 ルが基板・マスクストック室に収納され、封止モードは終了する。

封止モード終了後、基板・マスクストック室から完成したパネルを取り出せば良  
い。

以上に示した、蒸着モード、及び封止モードにおける一連の処理は制御系を  
利用して全自動で行うことが可能である。具体的には、基板毎に搬送ルート・処  
15 理内容等の情報を含んだレシピを予め登録しておけば、処理開始の合図を送るだ  
けで、この登録したレシピに従って自動的に各基板に対する一連の処理が行われ  
る。

## 〔実施例 2〕

20 本実施例では実施例 1 で示した工程で作製した発光素子において、定電流駆  
動を行った際の輝度劣化について測定した。

素子構造を図 2 に示す。まず、陽極 201 として 110nm の IT0 が成膜されたガ

ラス基板 207 に対し、 $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Pa の真空下で正孔注入層 202 として CuPc を 20nm 蒸着した後、酸素ガス雰囲気中に 5 分間曝し、その後正孔輸送層 203 として NPB を 60nm、発光層 204 として Alq と DMQA の共蒸着膜を 37.5nm、電子輸送層 205 として Alq を 37.5nm、次いで陰極 206 として  $\text{CaF}_2$  を 1nm、Al を 200nm 蒸着した。Alq と DMQA の質量比は 1 : 0.003 であった。そして、紫外線硬化樹脂を塗布した乾燥  
5 剤付き対向ガラスと貼り合わせ、紫外線を照射することにより封止を行った。

この素子を用い、 $1000 \text{ cd/m}^2$  に対応する電流密度  $9.2 \text{ mA/m}^2$  で、定電流信頼性を行った。結果を図 3 のプロット「酸素雰囲気あり」に示す。

#### 10 【比較例 1】

比較のために、実施例 2 と素子構造は同様で、CuPc を蒸着した後に、酸素雰囲気  
10 中に曝すことなく、真空一貫で NPB を蒸着した素子において、初期輝度を実施例 2 と同じ  $1000 \text{ cd/m}^2$  に設定し、定電流駆動を実施した際の信頼性試験を行った（電流密度  $10.2 \text{ mA/m}^2$ ）。結果を図 3 のプロット「酸素雰囲気なし」に示す。両者を比  
15 較すると、「酸素雰囲気あり」の素子は、定電流駆動においては、特に初期劣化を抑えていることが分かる。

#### 【実施例 3】

本実施例では、実施例 2 の素子構造を少し変化させて、素子の定電流信頼性  
20 を測定した。実施例 2 では発光層の質量比が Alq と DMQA で 1 : 0.003 に対し、本実施例では 1 : 0.01 にする。他の素子構造及び素子作製方法は同一であった。初期輝度は  $1000 \text{ cd/m}^2$  であった。これに対応する電流密度は  $13.4 \text{ mA/cm}^2$  であった。「酸

酸素雰囲気あり」に示す。

#### 〔比較例 2〕

比較のために、実施例 3 と素子構造は同様に、CuPc を蒸着した後に、酸素雰囲気  
5 雰囲気に曝すことなく、真空一貫で NPB を蒸着した素子において、初期輝度を実施例 3 と同じ  $1000\text{cd/m}^2$  に設定し、定電流駆動を実施した際の信頼性試験を行った（電流密度  $15.9\text{mA/m}^2$ ）。結果を図 4 のプロット「酸素雰囲気なし」に示す。両者を比較すると、「酸素雰囲気あり」の素子は、定電流駆動においては、特に初期劣化を抑えていることが分かる。

10

#### 〔実施例 4〕

本実施例では、本発明で開示した発光装置の例として、パッシブマトリクス型発光装置を例示する。図 5A にはその上面図を示し、図 5B には図 5A を A-A' で切断した時の断面図を示す。なお、発光素子の素子構成としては様々な形態が可能  
15 であるが、例えば本明細書中の実施例 2 や実施例 3 のような構造を適用すればよい。

図 5A において、501 は基板であり、ここではガラス材を用いる。プラスチック材を用いることも可能であり、プラスチック材としては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルスルホン（以下、「PES」と記す）、  
20 ポリカーボネート（以下、「PC」と記す）、ポリエチレンテレフタレート（以下、「PET」と記す）もしくはポリエーテルニトリル（以下、「PEN」と記す）を板状、もしくはフィルム状にしたものが使用できる。

502 は酸化物導電膜からなる走査線（陽極）であり、本実施例では IT0 を用いる。また、503 は金属膜からなるデータ線（陰極）であり、本実施例では  $\text{CaF}_2$  と Al を積層したものをを用いる。また、504 はアクリル樹脂からなるバンクであり、データ線 503 を分断するための隔壁として機能する。走査線 502 とデータ線 503 は両方とも、ストライプ状に複数形成されており、互いに直交するように設けられている。なお、図 5A では図示していないが、走査線 502 とデータ線 503 の間には有機化合物層が挟まれており、交差部 505 が画素となる。

そして、走査線 502 およびデータ線 503 は TAB テープ 507 を介して外部の駆動回路に接続される。なお、508 は走査線 502 が集合してなる配線群を表しており、509 はデータ線 503 に接続された接続配線 506 の集合からなる配線群を表す。また、図示していないが、TAB テープ 507 の代わりに、TAB テープに IC を設けた TCP を接続してもよい。

また、図 5B において、510 はシール材、511 はシール材 510 により基板 501 に貼り合わされたカバー材である。シール材 510 としては光硬化樹脂を用いてい  
ればよく、脱ガスが少なく、吸湿性の低い材料が望ましい。カバー材としては基板 501 と同一の材料が好ましく、ガラス（石英ガラスを含む）もしくはプラスチックを用いることができる。ここではガラス材を用いる。

次に、画素領域の構造の拡大図を図 5C に示す。513 は有機化合物層である。なお、図 5C に示すように、バンク 504 は下層の幅が上層の幅よりも狭い形状になっており、データ線 503 を物理的に分断できる。また、シール材 510 で囲まれた画素部 514 は、樹脂からなる封止材 515 により外気から遮断され、有機化合物層の劣化を防ぐ構造となっている。



以上のような構成からなる本発明の発光装置は、画素部 514 が走査線 502、データ線 503、バンク 504 および有機化合物層 513 で形成されるため、非常に簡単なプロセスで作製することができる。

また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板 512 をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機化合物層から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

#### 10   【実施例 5】

本実施例では、画素部に本発明の電界発光素子を有する発光装置について図 6A、6B を用いて説明する。なお、図 6A は、発光装置を示す上面図、図 6B は図 6A を B-B' で切断した断面図である。点線で示された 601 は駆動回路部（ソース側駆動回路）、602 は画素部、603 は駆動回路部（ゲート側駆動回路）である。また、  
15   604 は封止基板、605 はシール剤であり、シール剤 605 で囲まれた内側 607 は、空間になっている。

なお、608 はソース側駆動回路 601 及びゲート側駆動回路 603 に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となる FPC 609 からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここでは FPC  
20   しか図示されていないが、この FPC にはプリント配線基盤（以下、「PWB」と記す）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それに FPC もしくは PWB が取り付けられた状態をも含むものとする。

次に、断面構造について図 6B を用いて説明する。基板 610 上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース側駆動回路 601 と、画素部 602 が示されている。

5       なお、ソース側駆動回路 601 は n チャネル型 TFT 623 と p チャネル型 TFT 624 とを組み合わせた CMOS 回路が形成される。また、駆動回路を形成する TFT は、公知の CMOS 回路、PMOS 回路もしくは NMOS 回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。

10       また、画素部 602 はスイッチング用 TFT 611 と、電流制御用 TFT 612 とそのドレインに電氣的に接続された第 1 の電極 613 とを含む複数の画素により形成される。なお、第 1 の電極 613 の端部を覆って絶縁物 614 が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

15       また、カバレッジを良好なものとするため、絶縁物 614 の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物 614 の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物 614 の上端部のみに曲率半径 ( $0.2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ ) を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物 614 と  
して、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

20       第 1 の電極 613 上には、電界発光層 616、および第 2 の電極 617 がそれぞれ形成されている。ここで、陽極として機能する第 1 の電極 613 に用いる材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ITO 膜、インジウム亜鉛酸化物膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn 膜、Pt 膜など

の単層膜の他、窒化チタンとアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との 3 層構造等を用いることができる。なお、積層構造とすると、配線としての抵抗も低く、良好なオーミックコンタクトがとれ、さらに陽極として機能させることができる。

- 5       また、有機化合物層 616 は、少なくとも発光層とフタロシアニンを用いた正孔注入層があればどのようなものを用いてもよい。例えば本明細書中の実施例 2 や実施例 3 のような構造を適用すればよい。

- さらに、有機化合物層 616 上に形成される第 2 の電極（陰極）617 に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金 MgAg、  
10   MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、または CaN）を用いればよい。なお、電界発光層 616 で生じた光が第 2 の電極 617 を透過させる場合には、第 2 の電極（陰極）617 として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ITO、酸化インジウム酸化亜鉛合金、酸化亜鉛等）との積層を用いるのが良い。

- さらにシール剤 605 で封止基板 604 を素子基板 610 と貼り合わせることに  
15   り、素子基板 601、封止基板 604、およびシール剤 605 で囲まれた空間 607 に発光素子 618 が備えられた構造になっている。なお、空間 607 には、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール剤 605 で充填される構成も含むものとする。

- なお、シール剤 605 にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、これ  
20   らの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板 604 に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、PES、PC、PET、PEN 等からなるプラスチ

ック基板を用いることができる。

以上のようにして、本発明の電界発光素子を有する発光装置を得ることができる。

#### 5    〔実施例 6〕

上記実施例で述べた本発明の発光装置は、寿命が長いという利点を有する。

したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電子機器は、従来よりも長保ちする電子機器となる。

また、前記発光装置は、自発光型であることから液晶表示装置のようなバックライトは必要なく、有機化合物層の厚みも  $1\mu\text{m}$  に満たないため、薄型軽量化が可能である。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電子機器は、従来よりも薄型軽量の電子機器となる。このことも、特に携帯機器のような電子機器に関して、便利さ（持ち運びの際の軽さやコンパクトさ）に直結するため、極めて有用である。さらに、電子機器全般においても、薄型である（かさばらない）ことは運送面（大量輸送が可能）、設置面（部屋などのスペース確保）からみても有用であることは疑いない。

なお、前記発光装置は自発光型であるために、液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広いという特徴を持つ。したがって、前記発光装置を表示部として有する電子機器は、表示の見やすさの点でも大きなメリットがある。

すなわち、本発明の発光装置を用いた電子機器は、薄型軽量・高視認性といった従来の発光素子の長所に加え、長寿命いう特長も保有しており、極めて有用

である。

本実施例では、本発明の発光装置を表示部として含む電子機器を例示する。その具体例を図 7A-7F および図 8A、8B に示す。なお、本実施例の電子機器に含まれる発光装置は、本発明で開示した発光装置のいずれを用いても良い。例えば、

- 5 実施例 4 や実施例 5 で示した表示装置を用いればよい。

図 7A は発光素子を用いたディスプレイ装置であり、筐体 701a、支持台 702a、表示部 703a を含む。本発明の発光装置を表示部 703a として用いたディスプレイを作製することにより、薄く軽量で、長保ちするディスプレイを実現できる。よって、輸送が簡便になり、設置の際の省スペースが可能となる上に、寿命も長い。

- 10 図 7B はビデオカメラであり、本体 701b、表示部 702b、音声入力部 703b、操作スイッチ 704b、バッテリー 705b、受像部 706b を含む。本発明の発光装置を表示部 702b として用いたビデオカメラを作製することにより、寿命が長く、軽量なビデオカメラを実現できる。

- 図 7C はデジタルカメラであり、本体 701c、表示部 702c、接眼部 703c、操作  
15 スイッチ 704c を含む。本発明の発光装置を表示部 702c として用いたデジタルカメラを作製することにより、寿命が長く、軽量なデジタルカメラを実現できる。

- 図 7D は記録媒体を備えた画像再生装置であり、本体 701d、記録媒体 (CD、LD、または DVD など) 702d、操作スイッチ 703d、表示部(A) 704d、表示部(B) 705d を含む。表示部(A) 704d は主として画像情報を表示し、表示部(B) 705d は主として  
20 文字情報を表示する。本発明の発光装置をこれら表示部(A) 704d や表示部(B) 705d として用いた前記画像再生装置を作製することにより、軽量な上に、長保ちする前記画像再生装置を実現できる。なお、この記録媒体を備えた画像再生装置には、

CD 再生装置、ゲーム機器なども含む。

図 7E は携帯型（モバイル）コンピュータであり、本体 701e、表示部 702e、  
受像部 703e、操作スイッチ 704e、メモリスロット 705e を含む。本発明の発光装  
置を表示部 702e として用いた携帯型コンピュータを作製することにより、寿命が  
5 長く、薄型軽量の携帯型コンピュータを実現できる。なお、この携帯型コンピ  
ュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録し  
たり、それを再生したりすることができる。

図 7F はパーソナルコンピュータであり、本体 701f、筐体 702f、表示部 703f、  
キーボード 704f を含む。本発明の発光装置を表示部 703f として用いたパーソ  
10 ルコンピュータを作製することにより、寿命が長く、薄型軽量のパーソナルコン  
ピュータを実現できる。特に、ノートパソコンのように持ち歩く用途が必要な場  
合、軽さの点で大きなメリットとなる。

なお、上記電子機器はインターネットなどの電子通信回線や電波などの無線  
通信を通じて配信される情報を表示することが多くなってきており、特に動画情  
15 報を表示する機会が増えている。発光素子の応答速度は非常に速く、そのような  
動画表示に好適である。

次に、図 8A は携帯電話であり、本体 801a、音声出力部 802a、音声入力部 803a、  
表示部 804a、操作スイッチ 805a、アンテナ 806a を含む。本発明の発光装置を表  
示部 804a として用いた携帯電話を作製することにより、寿命が長く、薄型軽量の  
20 携帯電話を実現できる。

図 8B は音響機器（具体的には車載用オーディオ）であり、本体 801b、表示  
部 802b、操作スイッチ 803b、804b を含む。本発明の発光装置を表示部 802b とし

て用いた音響機器を作製することにより、寿命が長く、軽量の音響機器を実現できる。また、本実施例では車載用オーディオを例として示すが、家庭用オーディオに用いても良い。

5       なお、図 7A～図 8B で示したような電子機器において、さらに光センサを内蔵させ、使用環境の明るさを検知する手段を設けることで、使用環境の明るさに応じて発光輝度を変調させるような機能を持たせることは有効である。使用者は、使用環境の明るさに比べてコントラスト比で 100～150 の明るさを確保できれば、問題なく画像もしくは文字情報を認識できる。すなわち、使用環境が明るい場合は画像の輝度を上げて見やすくし、使用環境が暗い場合は画像の輝度を抑えて消費電力を抑えるといったことが可能となる。

      また、本発明の発光装置を光源として用いた様々な電子機器も、寿命が長く、薄型軽量化が可能であるため、非常に有用と言える。代表的には、液晶表示装置のバックライトもしくはフロントライトといった光源、または照明機器の光源として本発明の発光装置を含む電子機器である。

15       したがって、本実施例に示した図 7A～図 8B の電子機器の表示部を、全て液晶ディスプレイにする場合においても、その液晶ディスプレイのバックライトもしくはフロントライトとして本発明の発光装置を用いた電子機器を作製することにより、長保ちする上に、薄くて軽量の電子機器が達成できる。

## 請求の範囲

1. 陽極と、陰極と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた発光層と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた正孔注入層とを有する発光素子の作製方法において、前記正孔注入層はフタロシアニンにより形成し、かつ、正孔注入層成膜後にガス雰囲気曝すことを特徴とする発光素子の作製方法。
2. 請求項 1 において、前記フタロシアニンは銅フタロシアニンであることを特徴とする発光素子の作製方法。
3. 請求項 1 において、前記正孔注入層にフタロシアニンを酸化しうる性質を有する電子受容性化合物をドーピングすることを特徴とする発光素子の作製方法。
- 10 4. 請求項 1 において、前記ガスが電子受容性ガスであることを特徴とする発光素子の作製方法。
5. 請求項 1 において、前記ガスが酸素ガスであることを特徴とする発光素子の作製方法。
6. 請求項 3 において、前記電子受容性化合物は TCNQ-F4 あるいは  $V_2O_5$  であることを特徴とする発光素子の作製方法。
- 15 7. 陽極と、陰極と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた発光層と、前記陽極および前記陰極の間に設けられた正孔注入層とを有する発光素子において、前記正孔注入層はフタロシアニンと、該フタロシアニンを酸化する電子受容性化合物を含んでいることを特徴とする発光素子。
- 20 8. 請求項 7 において、前記電子受容性化合物は TCNQ-F4 あるいは  $V_2O_5$  であることを特徴とする発光素子。



## 要約書

輝度劣化を抑え、寿命の長い発光装置および電子機器を提供するため、本発明は、従来の真空蒸着法のように、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層等からなる有機化合物層および電極を真空一貫の中で成膜するのではなく、5 フタロシアニンからなる正孔注入層を形成後、ガス雰囲気中に曝す。特に、銅フタロシアニンを酸素雰囲気中に曝す。この手法により、寿命の長い有機発光素子を提供し、前記有機発光素子を用いて発光装置および電子機器を作製する。